

シラスと廃石こうを有効利用した環境配慮型歩道用透水性舗装材の開発に関する検討

鹿児島大学大学院 学生会員 ○松永 凌馬 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司
 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸 鹿児島大学大学院 正会員 審良 善和

1. はじめに

高度経済成長期に建設された構造物が寿命を迎え、その多くが解体を余儀なくされている。これらの構造物の解体に伴い、建築廃棄物である廃石こうボードの排出量も年々増加傾向にあるが、そのリサイクル率は未だ低く、殆どが管理型産業廃棄物として処分されているのが現状である。著者らは、この廃石こうの有効活用方法の一つとして、南九州に広く堆積する未利用資源のシラスと混合したセメント系透水性舗装材の開発を試みており、これまでの実験的検討から、廃石こうとセメントを併用することで透水性舗装材としての性能を満足する配合設計が可能であること、セメントと併用する場合に問題となる六価クロム溶出量に関しても制御可能であることなどを報告している。また、その配合を基に屋外暴露実験も実施したが¹⁾、その際、新たに幾つかの課題が顕在化したことから、再度、これらの課題の改善に関する検討を行った²⁾。本研究では、これらの一連の検討結果をもとに、最適と考えられる配合を用いて、歩道用透水性舗装材の実用性の確認を目的とした歩道用透水性舗装材の実施工試験を実施し、実用レベルでのこの舗装材の性能評価試験を行なった。

表-1 使用材料

固化材	早強ポルトランドセメント:密度 3.14g/cm^3
	廃石こう:密度 2.49g/cm^3
	MgOセメント:密度 3.46g/cm^3
	高炉セメントB種:密度 3.04g/cm^3
細骨材	鹿児島県横川産シラス 密度 2.25g/cm^3 吸水率 4.73% 微粒分量 20.63%

2. 実験概要

本研究で使用した材料を表-1に、また、今回の試験に用いた透水性舗装材の配合を表-2に示す。ここで示す舗装材A、Bの配合は何れも、これまでの室内試験結果において、歩道用透水性舗装材としての要求性能を満たすことが確認されたものであり、これらを実施工条件下での評価試験を行なうことが、本試験の目的である。なお、舗装材Aでは、シラス、廃石こう、早強セメント、ならびに六価クロム溶出抑制対策としてMgOセメントを混合した配

表-2 舗装材の配合

舗装材の種類	早強セメント(kg)	MgOセメント(kg)	高炉セメントB種(kg)	廃石こう(kg)	湿潤シラス(kg)	
					絶乾シラス(kg)	含水量(kg)
A	83	45	-	23	850	150
B	-	-	128	-	-	-
市販品	市販されている歩道用透水性舗装材					

※各種固化材および絶乾状態のシラスを合わせて1000kgとして計算

合である。一方、舗装材Bは、シラス、廃石こう、および六価クロム溶出抑制対策として高炉セメントB種を用いたものである。なお、シラス

については、何れの供試体においても含水率15%の状態に調整したものを使用している。また、比較用として市販されている歩道用透水性舗装材(市販品)も施工し、計3種類の舗装材の性能を比較検討した。試験施工の形状については、図-1に示すように、舗装材A、Bでは、幅1m×長さ7m×施工厚4cmで高炉セメント、市販品では幅1m×長さ4m×施工厚4cmとした。

舗装材A、Bの施工方法は、まず、固化材、シラスおよび含水率調整水をミキサーに投入し、均一になる様に混合した後、材料を排出し、敷き均しを行なった。敷き均しにあたっては、既往の研究結果より、十分な耐荷性能を確保できるかさ密度: 1.6g/cm^3 (乾燥密度: 1.4g/cm^3)となるまで、転圧機を用いて転圧した。その後の養生については、風や日光による急激な水分の蒸発を防ぐために、施工翌日までは、養生マットで養生を行ない、施工翌日から、気中養生を行なった。なお、市販品については、市販品の施工方法に従って、施工を行なった。

施工後の性能評価試験は、所定の材齢が経過した時点で、各舗装材からそれぞれ、 $4\text{cm}\times 4\text{cm}\times 16\text{cm}$ および $9\text{cm}\times 9\text{cm}\times 4\text{cm}$ の供試体を切り出し、性能評価試験を行なった。なお、歩道用透水性舗装における指針や基準などは存在しないことから、検討項目については、外観調査、耐荷性能、透水性能、六価クロムの溶出および供試体の乾燥密度の計5項目とした。この内、外観調査では、目視で供試体に乾燥収縮や施工不良によるひび割れがないかの確認を行

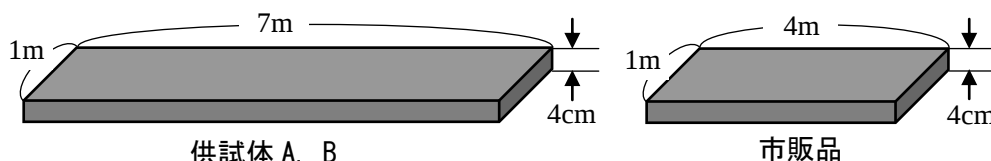


図-1 供試体寸法

キーワード シラス、廃石こう、透水性舗装、六価クロム

連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元1-21-40 鹿児島大学大学院理工学研究科海洋土木工学専攻

ない、耐荷性能については、 $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ 供試体を用いて曲げおよび圧縮強度試験を行ない、法面の保持が可能であり人が安全に通行できると考えられる圧縮強度 $3.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 以上を目標値とした。透水性能については、 $9 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ 供試体を用いて透水試験を行ない、市販品の透水係数を参考に、 $3.0 \times 10^{-6} \text{ (cm/sec)}$ 以上を目標値とした。また、六価クロムの溶出については、環境庁告示 46 号の溶出試験に準じて行ない、切り出した供試体を 2 mm 以下に粗砕し、6 時間連続振とうした後に、六価クロム量を測定することで確認した。なお、六価クロムの溶出量の上限值は、土壤環境基準から 0.05 mg/l 以下と定められており、この値を今回の試験の規準値とした。なお、転圧の確認および圧縮強度との比較を目的として、切り出した各舗装材供試体絶乾密度（乾燥密度）を乾燥密度試験により求めた。

3. 試験結果および考察

材齢 28 日における各舗装材の施工後の外観を写真-1 に示す。いずれの供試体もひび割れなどは認められなかった。また、舗装断面における層間剥離なども確認されなかったため、舗装の状態は良好であることが確認された。圧縮強度試験結果、透水試験結果、六価クロム溶出試験結果および乾燥密度測定結果をそれぞれ図-2、図-3、図-4、図-5 に示す。なお、それぞれの図中に示す点線は、目標値あるいは基準値を示している。このうち、圧縮強度につい

ては、MgO セメントを使用した舗装材 A は、実施工において目標値を達成していない状況となった。一方、高炉セメントを使用した舗装材 B については、供試体の乾燥密度は舗装材 A 以下であるものの、舗装材 A 以上の圧縮強度が確保され、目標値も達成されていたことから、耐荷性能は概ね確保されているものと考えられた。また、透水性能については、舗装材 A、B ともに市販品以上の透水性能を有しており、目標値を達成していることが確認された。六価クロムの溶出については、これまでの室内実験において六価クロムの溶出を抑制することが確認されていた MgO セメントを用いた舗装材 A が、今回の実施工実験では六価クロム溶出が基準値以上となる結果となった。これに対して、高炉セメントを用いた舗装材 B では、六価クロムの溶出が基準値以下に制御出来ており、実施工状態においても、高炉セメントの六価クロム溶出抑制能力を十分有することを確認した。

4. 結論

本研究では、産業廃棄物である廃石こうおよび未利用資源であるシラスを用いて新たに開発中の歩道用透水性舗装材について、実環境下での施工実験から、この歩道用透水性舗装材の実用性について検討を行なった。その結果、固化材として MgO セメントを併用した舗装材 A に関しては、実施工および実環境下において圧縮強度の不足、六価クロム濃度の土壤環境基準値以上の溶出が確認され、改善の余地があることが確認されたが、高炉セメントを併用した舗装材 B に関しては、実施工および実環境下においても、歩道用透水性舗装材としての性能を有していること確認され、環境配慮型歩道用透水性舗装材として、実用化が可能であるということが示唆された。

謝辞：本研究は、前田建設工業株式会社の協力のもと実施したものである。前田建設工業株式会社の多大なる協力に敬意を表すとともに、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 松永凌馬ほか：廃石こうとマグネシウム塩を有効活用した環境配慮型歩道用透水性舗装材の開発に関する実験的検討，平成 26 年度土木学会第 69 回年次学術講演会、V-314，pp.627-628，2014.9
- 2) 松永凌馬ほか：廃石こうと酸化マグネシウムセメントを用いた歩道用透水性舗装材の品質改善に関する検討，平成 26 年度土木学会西部支部研究発表会、V-043，pp.683-684，2015.3



舗装材 A

舗装材 B

市販品

写真-1 供試体外観

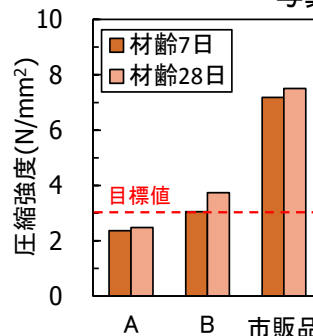


図-2 圧縮強度試験結果

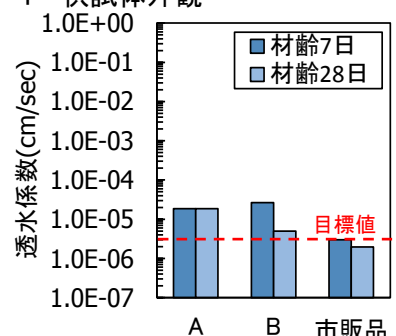


図-3 透水試験結果

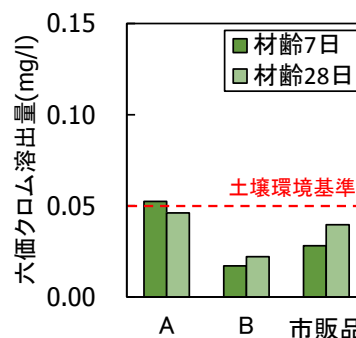


図-4 六価クロム溶出試験結果

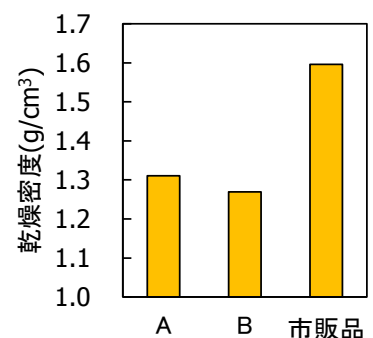


図-5 乾燥密度測定の結果